



# Comparación del perfil de ácidos grasos de las gónadas y huevos de *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) obtenidas de reproductores silvestres y de cautiverio

*Comparison of fatty acid profiles of the gonads and eggs of Lutjanus Guttatus (Perciformes: Lutjanidae) obtained from wild and captive breeding animals*

*Comparaçãõ do perfil de ácidos graxos das gônadas e ovos de Lutjanus guttatus (Perciformes: Lutjanidae) obtidos de animais reprodutores silvestres e em cativeiro*

**Jonathan Chacón-Guzmán**

[jonathan.chacon.guzman@una.cr](mailto:jonathan.chacon.guzman@una.cr)  
Programa del Parque Marino del Pacífico  
Universidad Nacional  
Heredia, Costa Rica  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8449-2334>

**Milagro Carvajal-Oses**

[Milagro.carvajal.oses@una.cr](mailto:Milagro.carvajal.oses@una.cr)  
Programa del Parque Marino del Pacífico  
Universidad Nacional  
Heredia, Costa Rica  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8294-9863>

**Pedro Toledo-Agüero**

[ptoledo@ucn.cl](mailto:ptoledo@ucn.cl)  
Departamento de Acuicultura  
Universidad Católica del Norte  
Coquimbo, Chile  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3844-1824>

**Héctor Flores-Gatica**

[hflores@ucn.cl](mailto:hflores@ucn.cl)  
Departamento de Acuicultura  
Universidad Católica del Norte  
Coquimbo, Chile  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8020-8076>

Received: 18/set/2018 • Accepted: 25/feb/2019 • Published: 31/jan/2020.

## Resumen

Se evaluaron las proporciones de ácidos grasos presentes tanto en huevos como en gónadas de *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) silvestres y en cautiverio, con el fin de brindar la información nutricional necesaria para mejorar las dietas aplicadas en los centros de producción acuícola de esta especie. Las muestras de huevos y gónadas fueron obtenidas tanto de reproductores (1.0±0.1 Kg) mantenidos en el Parque Marino del Pacífico, Costa Rica; como de los capturados, en el medio natural, por los pescadores. Las muestras fueron tomadas durante el periodo comprendido entre agosto y septiembre del 2015 y por triplicado. Los pargos en cautiverio fueron alimentados con base en dieta fresca. Los desoves y gónadas fueron obtenidos de lotes de 16 ejemplares en cautiverio y silvestres, ambos con una proporción de 1:1 macho y hembra. Las gónadas muestreadas de las hembras se seleccionaron de acuerdo con el estado de madurez; y la de los machos según la cantidad, viscosidad y color del semen. No existieron diferencias, estadísticamente significativas, ( $p \geq 0.05$ ) entre los diámetros de los huevos y las gotas de



aceite; los porcentajes de viabilidad se consideraron altos y aptos (91.2 % cautiverio, 86.1 silvestres) para la comparación. No se dieron diferencias, estadísticamente significativas, en la composición de ácidos grasos en los huevos obtenidos de hembras silvestres y de cautiverio ( $p=0.2188$ ), ni en gónada de machos ( $p=0.6179$ ) y hembras silvestres y de cautiverio ( $p=0.1153$ ). Se observó la presencia del ácido eicosapentanoico (EPA) y del ácido docosahexanoico (DHA) en todas las muestras analizadas y el ácido araquidónico (ARA) se encontró en valores que variaron entre 0.38 y 5.07 %, y no estuvo presente en huevos silvestres ni en la gónada de hembras cautivas.

**Palabras claves:** Ácido graso; huevos; gónadas; silvestres; cautiverio

### Abstract

The proportions of fatty acids present in eggs and in gonads of wild and captive *Lutjanus Guttatus* (Steindachner, 1869) were evaluated to assist in obtaining nutritional information necessary to improve the diets provided in aquaculture production centers of this species. Samples of eggs and gonads were obtained from both broodstock ( $1.0\pm 0.1$ kg) kept in the Marine Park of the Pacific, Costa Rica, and from individuals caught by fishermen in their natural environment. The samples were taken during the period between August and September 2015, in triplicate. Captive snappers were fed a fresh diet. Spawn and gonads were obtained from groups of 16 captive and wild specimens, both with a sex ratio of 1:1 male and female. Gonads from females were selected according to their maturity, and male gonads were sampled based on the amount, viscosity and color of semen. There were no statistically significant differences ( $p \geq 0.05$ ) between the diameters of the eggs and oil drops; percentages of viability were considered to be high and appropriate for comparison (91.2% captive, 86.1 wild). There were also no statistically significant differences in the fatty acid composition of eggs obtained from wild and captive females ( $p=0.2188$ ), or in gonads from males ( $p=0.6179$ ) and wild and captive females ( $p=0.1153$ ). The presence of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) was observed in all of the samples analyzed, while arachidonic acid (ARA) was found in amounts ranging from 0.38 to 5.07%, and was not present in the eggs of wild females or in the gonads of captive females.

**Keywords:** Fatty acid; eggs; gonads; wild; captivity

### Resumo

Foram avaliadas as proporções dos ácidos graxos presentes tanto em ovos quanto em gônadas *Lutjanus Guttatus* (Steindachner, 1869) silvestres e em cativeiro, de modo a fornecer informações nutricionais para melhorar a alimentação aplicada nos centros de produção de aquicultura da espécie. As amostras de ovos e gônadas foram obtidas de reprodutores ( $1,0 \pm 0,1$  kg), mantidos no Parque Marinho do Pacífico, na Costa Rica, e dos capturados, no ambiente natural, por pescadores. As amostras foram coletadas no período de agosto a setembro de 2015 e em triplicado. Os pargos em cativeiro foram alimentados com dieta fresca. A desova e as gônadas foram obtidas de lotes de 16 exemplares cativos e silvestres, ambos com uma proporção de 1: 1 macho e fêmea. As gônadas amostradas das fêmeas foram selecionadas de acordo com o estado de maturidade; e a dos machos de acordo com a quantidade, viscosidade e cor do sêmen. Não houve diferenças estatisticamente significantes ( $p \geq 0,05$ ) entre os diâmetros dos ovos e as gotas de óleo; as porcentagens de viabilidade foram consideradas altas e adequadas (91,2% em cativeiro, 86,1 silvestres) para a comparação. Não houve diferenças estatisticamente significativas na composição de ácidos graxos nos ovos obtidos a partir de fêmeas silvestres e em cativeiro ( $p = 0,2188$ ), ou em gônadas



de machos ( $p = 0,6179$ ) e de fêmeas silvestres e em cativeiro ( $P = 0,1153$ ). Observou-se a presença de ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosahexaenoico (DHA) em todas as amostras analisadas e ácido araquidônico (AA) encontrado em valores que variaram entre 0,38 e 5,07% e não estava presente em ovos silvestres e nem em gônada de fêmeas cativas.

**Palavras-chave:** Ácido graxo; ovos; gônadas; silvestre; cativeiro

## Introducción

Desde hace varias décadas, especies del género *Lutjanus* han sido cultivadas con éxito, especialmente en Asia y Australia; mientras que en América, la producción masiva de alevines y cultivo comercial, en gran escala, se inició a partir de la segunda mitad de la década del 2000, gracias a los avances obtenidos con el *Lutjanus guttatus* (Doi, Kohno, Taki, Ohno y Singhagraiwa, 1994; Emata, Eullaran y Bagrinao, 1994; Avilés *et al.*, 1996, Field, 1997; Watanabe *et al.*, 1998; Herrera-Ulloa, Chacón-Guzmán, Zúñiga-Calero, Fajardo-Espinoza y Jiménez-Montealegre, 2009; Abdo De la Parra, Rodríguez-Ibarra, Rodríguez-Montes de Oca y Velasco-Blanco, 2015).

*L. guttatus* conocido como pargo manchado, flamenco o lunarejo (rose spotted snapper), ha sido una de las especies de mayor interés para la piscicultura marina en América Latina, se distribuye en el océano Pacífico, desde México hasta Perú; cuenta con características biológicas potenciales para su reproducción natural en cautiverio y cultivo en jaulas flotantes; presenta alta demanda en mercados internacionales, especialmente en Estados Unidos, donde los ejemplares de cultivo se comercializan enteros (aprox. 400 g) o en filete mariposa entre 5 y 8 USD/libra (Allen, 1995; Fischer *et al.*, 1995; Herrera-Ulloa *et al.*, 2009; Chacón-Guzmán, 2010).

En varios países, esta especie de cultivo potencial ha fomentado la investigación dirigida a conocer y controlar diferentes aspectos de su ciclo de vida en cautiverio (Abdo-De la Parra, Rodríguez-Ibarra, Rodríguez-Montes de Oca, Velasco-Blanco e Ibarra-Castro, 2015). En Costa Rica se registraron las primeras producciones masivas desde el año 2005, el engorde en jaulas flotantes desde el 2006, la venta del producto fresco en el mercado nacional en el 2007 y la exportación en el 2009 (Herrera-Ulloa *et al.*, 2009; Herrera-Ulloa, Chacón-Guzmán, Zúñiga-Calero y Jiménez-Montealegre, 2010).

Sin embargo, a pesar de los significativos avances, la etapa larval sigue siendo una de las fases críticas del proceso de producción de alevines, ya que es la fase donde se presentan los mayores porcentajes de mortalidad (Abdo-De la Parra *et al.*, 2010). Para aumentar la supervivencia en esta etapa, la nutrición de los reproductores juega un papel preponderante, por su efecto en la tasa de fecundidad y calidad de los huevos (Watanabe, Arakawa, Kitajuma y Fajita, 1984).

En el medio natural *L. guttatus* es descrita como una especie carnívora que se alimenta principalmente de peces y crustáceos (Rojas, 1997; Rojas-Herrera y Chiappa-Carrara, 2002; Rojas, Maravilla y Chicas, 2004). En cautiverio se ha tratado de simular la dieta natural al emplear especies marinas como sardina, camarón, calamar, atún y otros peces, lo que ha conducido a la



obtención de huevos flotantes con aceptable calidad, viabilidad y tasas de eclosión por sobre el 90 % (Herrera-Ulloa *et al.*, 2009).

No obstante, se debe considerar que la calidad de los huevos; en su contenido bioquímico para satisfacer la demanda del embrión; se relaciona con pigmentos, vitamina C, componentes inorgánicos (fosforo, hierro y calcio), componentes orgánicos (ácidos grasos poliinsaturados o PUFAs), entre otros; y la edad de la hembra. Por lo anterior y bajo estas premisas, las dietas frescas, no siempre ofrecen las mismas proporciones de nutrientes que se encuentran en el medio ambiente, como es el caso de los PUFAs, requeridos para un adecuado crecimiento y desarrollo, siendo los más importantes el ácido docosahexaenoico DHA, 22:6n-3 y el ácido eicosapentanoico EPA, 20:5n-3. (Kjørsvik, Mangor-Jensen y Holmefjord, 1990; Sargent, McEvoy y Bell, 1997).

Por lo tanto, cuando los peces se encuentran en cautiverio es necesario brindar en la dieta los lípidos requeridos, ácidos poliinsaturados de la cadena n-3 y n-6 son necesarios para la función, estructura celular de los organismos (Sargent *et al.*, 1995); son precursores de las prostaglandinas (Murdoch, Hansen y McPherson, 1993) y contribuyen en la reproducción de las hembras, influyen en el desarrollo gonadal, fecundidad y calidad del huevo (Navas *et al.*, 1997; Bruce *et al.*, 1999).

El objetivo de este trabajo es determinar y comparar las proporciones de ácidos grasos presentes en huevos y gónadas de pargos silvestres y de cautiverio, con el propósito de contar con información para mejorar las dietas aplicadas a reproductores de *L. guttatus* en cautiverio.

## Metodología

Muestras de huevos y gónada de reproductores de *L. guttatus* (1.0±0.1kg) fueron colectadas entre agosto y septiembre del año 2015, tanto de organismos mantenidos en cautiverio en el Parque Marino del Pacífico (PMP), Puntarenas, Costa Rica, como de ejemplares silvestres capturados por pescadores artesanales con línea de palangre en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.

Los reproductores en cautiverio (n=16) se capturaron 22 meses antes de la investigación a 9°46'05"N. y 84°52'16"E., Golfo de Nicoya. Se marcaron con Nano Transponder (ID-100A (1.25) TROVAN, Inversiones Ekida Inc. 420-2050 San-Pedro, Montes de Oca, Costa-Rica) y fueron aclimatados en salas bajo techo con luz tenue y natural (fotoperiodo natural ≈ 12 horas luz/oscuridad). Los desoves naturales (n=3) se dieron en tanques circulares de fibra de vidrio de 20 m<sup>3</sup>, provistos de un sistema de recirculación Pentair Aquatic Eco-System® (doble UV-65 watts, fraccionador de espuma RK2, filtro biológico y filtro mecánico) con un recambio de 40 L-min y una reposición diaria del 5 % con agua nueva previamente filtrada a 5µm e irradiada (UV-128 watts TT PE 4250 HO Astral®). Los reproductores se alimentaron con calamar (*Illex argentinus*) (38 %), sardina gallera (*Opisthonema libertate*) (58 %) y camarón pinki (*Farfatepenaeus brevirostris*) (4 %). La ración fue de 4 % de su peso corporal al día PC/día, se alimentaron una vez al día 5 veces a la semana (domingo y jueves no se alimentó).

Los reproductores silvestres (n=16) se capturaron a 9°49'05"N. y 84°50'26"E., Golfo de Nicoya, a 5 km de la zona donde se capturaron los peces mantenidos en cautiverio. El mismo día de su captura diez ejemplares fueron inducidos al desove con



la hormona coriónica humana (HCG) según la metodología descrita por [Herrera-Ulloa et al. \(2009\)](#), y colocados en tanques circulares de fibra de vidrio de 10 m<sup>3</sup>, provistos del mismo tipo de sistema de recirculación que los reproductores mantenidos en cautiverio.

En ambos grupos (cautiverio y silvestres) los desoves se presentaron entre las 03:00 y 05:00 a. m. Los huevos fueron desviados a través de un tubo lateral y superficial a un tanque cosechador de 150 L con un tamiz central de drenaje de 500 µm., nueve horas después fueron colectados y contados cada uno en una probeta de vidrio graduada de 1 L. Los huevos se contaron por el método de desplazamiento volumétrico: luego de introducirlos se esperaron cinco minutos para que los huevos flotantes se separaran de los no flotantes. Para determinar cuántos huevos flotantes había por mL se contaron tres muestras de un mL. El total de huevos, flotantes y no flotantes se determinó al multiplicar la cantidad de huevos de cada mL por el total de mL obtenidos en la columna de la probeta.

De la columna de huevos flotantes se tomaron 3 muestras (n=30) y se revisaron en el microscopio, para determinar el diámetro del huevo y su gota de aceite, así como, el porcentaje de viabilidad, definida con base en los criterios establecidos por [Silva y Castelló \(2005\)](#).

Para obtener las muestras gonadales, seis peces de cada grupo fueron sacrificados (3 machos y 3 hembras). Se utilizó 5 mL de aceite de clavo (*Syzygium aromaticum*) para sedar quirúrgicamente a los peces y posteriormente se diseccionaron.

Las gónadas muestreadas de las hembras se seleccionaron de acuerdo a su estado de madurez, con predominancia de ovocitos con diámetros promedio de 425±25µm y la de machos de acuerdo a la cantidad, viscosidad y color del semen.

Para su preservación tanto huevos como gónadas fueron lavados con agua destilada y preservados al vacío a una temperatura de -40° C. Cada muestra de gónada se tomó de tres reproductores, según su procedencia y género.

**Análisis de ácidos grasos:** para la extracción de los lípidos totales se midió la masa de la muestra directamente en un tubo de centrífuga de 250 mL, se agregó 50 mL de éter y se agitó en vortex por un 1 min, posteriormente se centrifugó durante 10 min a 4000 rpm. El producto se decantó en un matraz de 250 mL. Finalmente, se colocó el matraz con el extracto orgánico en un rotavapor a una temperatura de 40° Cy se evaporó a sequedad para su posterior pesaje.

Posterior se realizó el perfil de ácidos grasos en un Cromatógrafo SHIMADZU GC-2014-FID con auto inyector AOC-20i, Columna cromatográfica: Varian wcot fused silica CP-SIL 88, 100 m x 0.25 m x 0.2 mm.

Los datos de diámetro del huevo y gota de aceite se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) de un factor, para detectar diferencias entre los desoves (p < 0.05). Para comparar estadísticamente los contenidos de ácidos grasos en huevos y gónadas (ambos sexos), se utilizó el *test* no paramétrico de Kruskal-Wallis ([Zar, 1999](#)).

## Resultados

Debido a que la manipulación de los peces en cautiverio, previo a los desoves naturales, puede incidir en excesos de estrés que impidan la detonación final de las puestas, se optó por realizar solamente biopsias ováricas a las hembras silvestres y masajes abdominales a los machos silvestres para la obtención del semen (ver Tabla 1). La calidad del semen se determinó por observación macroscópica.



Tabla 1  
*Resultado de las muestras ováricas de los reproductores silvestres utilizados para el desove y extracción de gónadas*

| Pez | Peso (kg) | Sexo   | Ovocitos (µm) | Semen     | Fin*   |
|-----|-----------|--------|---------------|-----------|--------|
| 1   | 0.96      | Macho  |               | normal ** | Desove |
| 2   | 1.01      | Macho  |               | normal    | Desove |
| 3   | 0.98      | Macho  |               | normal    | Desove |
| 4   | 0.99      | Macho  |               | normal    | Desove |
| 5   | 1.05      | Macho  |               | normal    | Desove |
| 6   | 1.04      | Hembra | 400           |           | Desove |
| 7   | 0.9       | Hembra | 425           |           | Desove |
| 8   | 0.91      | Hembra | 425           |           | Desove |
| 9   | 1.05      | Hembra | 450           |           | Desove |
| 10  | 1.04      | Hembra | 450           |           | Desove |
| 11  | 1.09      | Macho  |               | normal    | Gónada |
| 12  | 1.00      | Macho  |               | normal    | Gónada |
| 13  | 1.03      | Macho  |               | normal    | Gónada |
| 14  | 0.92      | Hembra | 425           |           | Gónada |
| 15  | 0.91      | Hembra | 400           |           | Gónada |
| 16  | 1.09      | Hembra | 425           |           | Gónada |

Nota: Fuente propia de la investigación

\*Fin: indica el uso que se le dio al pez, para reproducirlo o extraer la gónada.

\*\*Normal: semen blanco, cremoso y abundante. Solamente se seleccionaron machos con estas características.

Los desoves obtenidos no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p \geq 0.05$ ) respecto al diámetro del huevo y la gota oleosa. Los porcentajes de viabilidad fueron similares en los desoves de los peces

en cautiverio, mientras que fueron menores en el desove inducido de los peces silvestres, aunque este produjo un número mayor de huevos totales (ver Tabla 2).

Tabla 2  
*Cantidad y calidad de los desoves obtenidos de peces mantenidos en cautiverio y peces silvestres inducidos con la hormona HCG*

|                         | Cautiverio 1 |      | Cautiverio 2 |      | Cautiverio 3 |      | Cautiverio $\bar{x}$ |      | Silvestre  |      |
|-------------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|----------------------|------|------------|------|
|                         | %            |      | %            |      | %            |      | %                    |      | %          |      |
| Desove                  | 234 000      |      | 198 000      |      | 103 000      |      | 178 333              |      | 360 000    |      |
| Huevos viables          | 206 000      | 88.0 | 189 000      | 95.5 | 93 000       | 90.3 | 162 667              | 91.2 | 310 000    | 86.1 |
| Huevos malos            | 28 000       | 12.0 | 11 000       | 4.6  | 15 000       | 9.7  | 18 000               | 8.8  | 50 000     | 13.9 |
| Diámetro del huevo (µm) | 750.0±25.4   |      | 751.7±22.7   |      | 750.0±25.4   |      | 750.0±24.5           |      | 750.0±19.7 |      |
| Diámetro gota (µm)      | 0.117±0.02   |      | 0.118±0.02   |      | 0.117±0.02   |      | 0.117±0.02           |      | 0.116±0.02 |      |

Nota: Fuente propia de la investigación



El número de ácidos grasos detectados fue menor en la gónada de hembras silvestres de *L. guttatus*, que en el resto de las muestras; y el ácido Palmítico es el que se presenta en mayor proporción seguido por el ácido Oleico que solo se encontró en las muestras de peces silvestres y de machos en cautiverio (ver Tabla 3). Por otra parte, el 18:2n-6 estuvo presente en todas las muestras de los peces de cautiverio y en huevos de animales silvestres. No se observó una tendencia en relación con los niveles y presencia de este ácido graso, no existieron diferencias estadísticamente significativas su la composición, en huevos obtenidos de hembras silvestres y de cautiverio ( $p=0.2188$ ), ni en gónada de machos ( $p=0.6179$ ) y hembras silvestres y de cautiverio ( $p=0.1153$ ).

Respecto a los ácidos grasos n-3 (ver Tabla 3), el 18:3n-3 estuvo presente en las muestras de tejidos reproductivos y huevos de los peces de cautiverio con bajos niveles en la gónada de machos y hembras, y mayor nivel en los huevos. Se observó la presencia del EPA en todas las muestras analizadas. Las muestras obtenidas de los peces silvestres presentaron menores valores de EPA que las de tejido de peces en cautiverio (ver Tabla 3). La gónada de machos silvestres presentó el 63.3 % del valor de EPA encontrado en machos cautivos.

El DHA fue el HUFAs (ácido graso altamente insaturado) que se encontró en mayor proporción en todas las muestras analizadas, con valores que fluctuaron entre 10.01 a 15.89%. Los valores menores los

encontramos en la gónada de machos silvestres y de cautiverio (ver Tabla 3), pero los huevos presentaron concentraciones altas de este HUFAs.

El ácido graso ARA, se encontró en valores que oscilaron entre 0.38 y 5.07, y no estuvo presente en huevos silvestres ni en la gónada de hembras de *L. guttatus* cautivas (ver Tabla 3).

Los ácidos grasos saturados predominaron en todas las muestras analizadas, y en la suma se acercaron a valores del 50 %. Respecto al n-3 y el n-6 se observó mayor presencia de ácidos grasos de la serie n-3 en todas las muestras analizadas, donde los mayores niveles los encontramos en las muestras de peces cautivos. Por otra parte, existió una proporción de PUFAs entre el 17 y 27 %, siendo menor en la gónada de machos de *L. guttatus* tanto de cautiverio como silvestres. La gónada de hembras y huevos de hembras silvestres presentaron las mayores proporciones de PUFAs. En relación con los HUFAs lo machos presentaron los menores valores de la sumatoria de HUFAs, y los valores de las hembras y huevos de *L. guttatus* variaron entre 20.26 y 24.38 %. La gónada de hembras silvestres presentó el mayor valor de estos ácidos grasos (ver Tabla 1).

La relación EPA/ARA varió en las diferentes muestras, con una alto valor en la muestra de huevos obtenidos de hembras cautivas, en comparación con la relación DHA/EPA donde se observó valores similares en todas las muestras analizadas (ver Tabla 3).



Tabla 3  
*Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) de huevos y gónadas de L. guttatus silvestres y mantenidos en cautiverio*

| Ácido graso  | Huevos | Huevos | Gónada | Gónada | Gónada | Gónada |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | H-S    | H-C    | M-S    | M-C    | H-S    | H-C    |
| 13:00  | --     | --     | 0.39   | 0.01   | 1.91   | --     |
| 12:00  | --     | 0.04   | 0.18   | --     | --     | --     |
| 14:00  | 2.83   | 2.72   | 3.06   | 7.74   | 2.96   | 4.11   |
| 15:00  | --     | 0.25   | 1.21   | 0.52   | --     | --     |
| 16:00  | 26.51  | 24.49  | 27.39  | 28.05  | 26.59  | 28.39  |
| 16:1n-7  | 6.39   | 6.72   | 4.75   | 7.21   | 6.84   | 5.74   |
| 17:00  | 1.5    | 0.55   | 2.04   | 0.73   | --     | 0.77   |
| 17:1n.7  | 1.19   | --     | 0.9    | --     | --     | --     |
| 18:00  | 11.25  | 11.6   | 15.8   | 8.72   | 12.31  | 11.12  |
| 18:1 cis<br>(mezcla oleica, vaccenico petroselenico) | --     | 3.01   | --     | --     | --     | 23.78  |
| 18:1n-9  | 22.23  | --     | 24.75  | 21.17  | 21.9   | --     |
| 18:2n-6  | 2.21   | 0.17   | --     | 3.17   | --     | 0.14   |
| 18:4n-6  | --     | --     | --     | 0.55   | 2.96   | --     |
| 18:3n-3  | --     | 0.52   | --     | 0.24   | --     | 0.24   |
| 18:2n-7 conjugado --                                 | --     | 0.43   | --     | --     | --     | 1.12   |
| 20:00  | --     | 0.16   | --     | --     | --     | 0.09   |
| 20:3n-9  | 3.81   | 0.17   | --     | --     | --     | 0.11   |
| 20:2n-6  | --     | --     | 0.57   | 0.37   | --     | --     |
| 20:4n-6  | --     | 0.38   | 2.64   | 1.35   | 5.07   | --     |
| 20:1n-9,cis-5  | --     | --     | 0.5    | 0.38   | --     | --     |
| 20:1n-9,cis-11                                       | --     | --     | 1.31   | 2.06   | --     | --     |
| 20:5n-3  | 6.07   | 7.32   | 3.9    | 6.16   | 5.49   | 6.62   |
| 22:00  | --     | 2.37   | --     | --     | --     | 2.03   |
| 22:6n-3  | 13.37  | 15.89  | 10.01  | 11.36  | 13.82  | 13.53  |
| Saturado   | 42.45  | 42.43  | 50.07  | 45.77  | 43.77  | 46.51  |
| Monoinsaturado                                       | 29.81  | 31.73  | 30.4   | 30.82  | 28.74  | 29.79  |
| n-3  | 19.44  | 23.73  | 13.91  | 17.76  | 19.31  | 20.39  |
| n-6  | 2.21   | 0.55   | 3.21   | 5.44   | 8.03   | 0.14   |
| n-3 HUFA   | 19.44  | 23.21  | 13.91  | 17.52  | 19.31  | 20.15  |
| EPA/ARA  | --     | 2.18   | 1.48   | 4.56   | 1.08   | --     |
| DHA/EPA  | 2.20   | 2.17   | 2.56   | 1.84   | 2.51   | 2.04   |
| PUFAs  | 27.70  | 25.31  | 17.12  | 23.20  | 27.34  | 24.11  |
| HUFAs  | 23.25  | 23.76  | 16.55  | 18.87  | 24.38  | 20.26  |

Nota: Fuente propia de la investigación

**Análisis de muestras unificadas, tomadas de tres ejemplares por categoría: H-S=hembras silvestres, H-C=hembras de cautiverio, M-S=machos silvestres, M-C=machos de cautiverio, -- =no detectado**





## Discusión

En la naturaleza o bajo condiciones de cultivo, la calidad de los gametos de los peces puede ser variable, producto de la influencia de un número significativo de factores externos (Bobe y Labbé, 2010). En este contexto, la calidad de los huevos y de las larvas de *L. guttatus* estará relacionada con la calidad nutricional de la dieta con que fueron alimentados y acondicionados los reproductores. En cautiverio el manejo efectivo de los métodos de obtención de productos sexuales es otro factor que puede condicionar los resultados.

Las inducciones al desove con hormonas, a pesar de que proporcionan un control directo sobre las etapas finales del ciclo reproductivo de los peces y que igualmente pueden ser una fuente de huevos de buena calidad, son más variables e impredecibles en comparación con los desoves naturales (Marte 1989; Papanikos *et al.* 2003). Los naturales han garantizado una constante oferta de huevos fértiles, con los que se pueden desarrollar producciones constantes de alevines con fines comerciales (Dumas *et al.*, 2004). Sin embargo, según Tamaru, (1996) el porcentaje de fertilización en desoves inducidos con hormonas puede variar considerablemente desde 32.6 a 99.9 %. En esta investigación el porcentaje de viabilidad que a pesar de ser más bajo en los peces silvestres 86.1 % respecto al 91.2 % de los peces en cautiverio, se consideran aptos en calidad. Los resultados obtenidos en la Tabla 1 y 2 muestran que las características de calidad de los desoves y de las gónadas con base en los estados de madurez de los peces fueron similares, sin mostrar diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) en aspectos que, generalmente infieren diferencias en la calidad de las puestas, como el diámetro de los

huevos y la gota de aceite. Los valores obtenidos en estas variables fueron cercanas a las descritas para la misma especie por (Lagos 2000; Mejía-Narváez *et al.*, 2009).

Terán *et al.* (2004) indican que ovocitos de 300 a 400 micras de diámetro están en proceso de vitelogénesis final y requieren de gonadotropina exógena para la ovulación en los lutjánidos. Por lo que el estado de madurez gonadal (diámetro de ovocitos) de las hembras silvestres en este trabajo se consideraron aptos para inducir al desove, para obtener las muestras y compararlas con los reproductores en cautiverio, quienes al desovar huevos fértiles de buena calidad obligatoriamente alcanzaron estados de madurez y avanzaron antes de las puestas. Igualmente, la calidad macroscópica del semen de los machos se consideró normal. Se puede inferir que el estado de madurez y calidad de los productos sexuales fue similar.

Los reproductores de *L. guttatus* de esta experiencia fueron alimentados con dieta fresca obtenida de la pesca en la costa pacífica de Costa Rica; lo que hace necesario estudiar y determinar su calidad nutricional, previo a su uso como alimento, lo que permite obtener producciones óptimas de larvas y juveniles viables, como se ha realizado en otros peces marinos (Benetti *et al.*, 2008).

Ya se ha mencionado que en peces marinos, una adecuada suplementación de ácidos grasos esenciales en la dieta de reproductores resulta importante para una buena calidad de huevos (Navas *et al.*, 1997; Bruce *et al.*, 1999). Esta suplementación debe ser durante la vitelogénesis, debido a la relación directa que existe entre la calidad de los lípidos presentes en el ovocito y la composición de ácidos grasos en la dieta de los reproductores (Fernández-Palacios *et al.*, 1995; Wilson, 2009; Tocher, 2010). En



este trabajo, no se observan diferencias en los niveles de PUFAs de gónada y huevos de *L. guttatus*.

Las fuentes lipídicas en los huevos de peces son el corión (capa lipoprotéica), el vitelo que además contiene glucógeno y aminoácidos libres, utilizados principalmente como fuente de energía (Fyhn y Govoni, 1995), el glóbulo lipídico que contiene triglicéridos y que son utilizados como fuente de energía y ácidos grasos (Parra, Rønnestad y Yúfera, 1999). Estos nutrientes son la principal fuente de energía desde la formación de la gástrula hasta la eclosión del embrión (Vetter, Houdson y Arnold, 1983).

Bajo estos aspectos es necesario acercarse a la condición natural de alimentación de reproductores de *L. guttatus* para lograr, de esta manera, una calidad de gametos adecuada para una producción intensiva exitosa de larvas y juveniles. Una forma de hacerlo es con la información analítica obtenida de muestras del medio natural de la especie que se pretende manejar en el nivel reproductivo en condiciones controladas y compararlo con lo obtenido en cautiverio, similar a lo realizado en peces como el *Spondyliosoma cantharus* (Rodríguez *et al.*, 2004) o el *Seriola dumerili* (Rodríguez-Barreto *et al.*, 2012) o en *Cynoscion parvipinnis* (González-Félix, Urquidez-Bejarano, Perez-Velazquez, Castro-Longoria y Vazquez-Boucard, 2017).

El foco en la reproducción de peces se ha centrado en la calidad de los lípidos por la importancia de estos nutrientes en la formación de tejidos y como fuente de energía en las etapas larvales de peces. De todos los PUFAs, los más importantes son el 18:3n-3, ARA, EPA, y DHA (Civera-Cerecedo, Álvarez-González y Moyano-López, 2004). Por lo anterior, se debe resguardar su entrega en el alimento de reproductores, para el traspaso de estos nutrientes a

la descendencia por la vía gamética, como esta investigación lo consideró al seleccionar alimento fresco con adecuados niveles de estos ácidos grasos, definidos por la literatura. En experiencias de cultivo realizadas en *Diplodus sargo* (Sparidae), al comparar los contenidos de ácidos grasos en ovario de peces silvestres y de cautiverio, se reconoció que la dieta suministrada a los reproductores no era la apropiada para la especie (Cejas *et al.*, 2003). Así mismo Mourente y Odriozola (1990) demostraron que la composición de ácidos grasos en huevos de *Sparus aurata* (Sparidae) presentaban diferencias significativas producto de la influencia de los niveles de ácidos grasos en las dietas de los reproductores.

De acuerdo a las interacciones metabólicas de los PUFAs, los requerimientos de DHA, EPA y ARA, no pueden ser considerados solo de manera aislada, por el contrario es importante considerar la proporción de DHA:EPA y DHA:ARA (Sargent, Bell, McVoy, Tocher y Estévez, 1999). En peces marinos el contenido de ARA y la relación DHA/EPA corresponden a factores importantes que influyen en la viabilidad del huevo y posiblemente también en su simetría (Pickova, Dutta, Larsson y Kiessling, 1997). Los resultados obtenidos muestran que estas proporciones en los huevos del medio natural son similares a las obtenidas en los huevos de cautiverio, lo que podría indicar una potencial viabilidad de larvas y juveniles de *L. guttatus*.

La relación dietética óptima de DHA/EPA en larvas de lubina es de 2:1 y la de EPA/ARA es de 1:1, en larvas de rodaballo y halibut la relación DHA/EPA es de 2:1, pero la de EPA/ARA en estas especies es 10:1 o mayor (Sargent *et al.*, 1999).

En huevos de *Paralichthys adspersus* (Paralichthyidae), la cantidad de n-3 HUFA



umenta con la adición de una mayor cantidad de ácidos grasos en la dieta de los reproductores, mientras que las proporciones de DHA/EPA y EPA/ARA fue de 2 y 4 respectivamente, criterios que se asociaron a calidad de huevo (Wilson, 2009).

Los resultados de esta investigación en *L. guttatus* muestra que la proporción DHA/EPA en huevos que provinieron de reproductores silvestres fue de 2.2 y de 2.17 en aquellos provenientes de reproductores de cultivo, valores que se asemejan a los reportados para peces marinos. La relación EPA/ARA fue significativamente menor en huevos silvestres (1.6) y muy alta en los de cultivo (19.3). Wilson (2009) recomienda la incorporación de n-3 HUFA en la dieta de reproductores en niveles de 4.1 % del total de lípidos, con un 20 a 25 % del contenido total de ácidos grasos, ya que permite una adecuada calidad de los desoves y mejora la tasa de fecundación.

Es necesario investigar sobre los niveles de vitaminas, como la E y C, y de aminoácidos requeridos por las larvas y juveniles de *L. guttatus*. Por otra parte, para mejorar la calidad de los huevos y la viabilidad de las larvas, se requiere que los esfuerzos se orienten a mejorar la proporción de DHA/EPA y ARA/EPA en los alimentos, que permitan una buena función neural y visual, donde los eicosanoides sean adecuados para lograr funciones fisiológicas eficientes (Bell, Farndale, Bruce, Navas y Carrillo, 1997).

Al analizar los productos sexuales obtenidos en este trabajo, se pudo determinar que ambos lotes de reproductores presentaron productos sexuales aptos para la comparación de ácidos grasos en huevos y gónadas de peces silvestres de la especie *L. guttatus*. Se puede concluir que es necesario conocer las proporciones de DHA/EPA y ARA/EPA

requeridos para una alimentación idónea de los especímenes en cautiverio. Además, se debe considerar si los reproductores de *L. guttatus* son alimentados con base en dietas frescas obtenidas de la pesca, así como estudiar y determinar su calidad nutricional; previo a su uso como alimento, para lograr así una óptima producción de larvas y juveniles. Finalmente, se hace obligatorio investigar y definir las necesidades nutricionales de los reproductores de peces marinos, con el fin de asegurar una alta descendencia viable; y por otra parte, optimizar el uso de nutrientes de alto costo y reducido acceso como es la harina y aceite de pescado, que presentan perfiles de ácidos grasos adecuados para peces marinos.

## Agradecimiento

A las autoridades del Parque Marino del Parque Marino del Pacífico por facilitar la investigación, a la Asociación de Acuicultores de Paquera para la obtención de los peces silvestres y al Laboratorio de Tecnología y Control de Calidad de los Productos Pesqueros de la Estación de Biología Marina de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional por su contribución en la preservación de las muestras.

## Referencias

- Abdo-De la Parra, M. I., Rodríguez-Ibarra, E., Campillo-Martínez, F., Velasco-Blanco, G., García-Aguilar, N., Álvarez-Lajonchère, L., y Voltolina, D. (2010). Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia larval del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45(1), 141-146. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572010000100014>
- Abdo-De la Parra, M. I., Rodríguez-Ibarra, L. E., Rodríguez-Montes de Oca, G., Velasco-Blanco, G., e Ibarra-Casto, L. (2015). Estado actual



- del cultivo de larvas del pargo flamenco (*Lutjanus guttatus*). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(3), 415-423. Recuperado de <http://lajar.ucv.cl/index.php/rlajar/article/view/vol43-issue3-fulltext-3>
- Allen, G. R. (1995). Lutjanidae. En W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. Carpenter y V. Niem (Eds.), *Guía FAO para identificación de especies para fines de la pesca* (pp. 1231-1244). Italia, Roma: FAO.
- Avilés, A., Reyes, L., McGregor, U., Hiraes, O., Rodríguez, R., y Lizawa, M. (1996). Cultivo experimental del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) y pargo raicero *L. aratus* (Günther, 1864) en jaulas flotantes en Bahía Falsa, B. C. S., México. En A. Silva y G. Merino (Eds.), *IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura. 2.º Simposio Avances y Perspectivas de la Acuicultura en Chile* (pp. 240-243). Universidad Católica del Norte, Chile: Asociación Latinoamericana de Acuicultura.
- Bell, J. G., Farndale, B. M., Bruce, M. P., Navas, J. M., y Carrillo, M. (1997). Effects of broodstock dietary lipid on fatty acid compositions of eggs from sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 149(1-2), 107-119. doi: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01436-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01436-6)
- Benetti, D., Orhum, M., Sardenberg, B., O'Hanlon, B., Welch, A., Hoenig, R., Zink, I., Rivera, J., Denlinger, B., Bacoat, D., Palmer, K., y Cavalin, F. (2008). Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, 39, 701-711. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01922.x>
- Bobe, J., y Labbé, C. (2010). Egg and sperm quality in fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165, 535-548. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.02.011>
- Bruce, M., Oyen, F., Bell, G., Asturiano, J. F., Farndale, B., Ramos, J., Bromage, N., Carrillo, M., y Zanuy, S. (1999). Development of broodstock diets for the European sea bass. *Dicentrarchus labrax* with special emphasis on the importance of n3 and n6 HUFA to reproductive performance. *Aquaculture*, 177, 85-97. doi: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00071-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00071-X)
- Cejas, J. R., Almansa, E., Villamandos, J. E., Badía, P., Bolaños, A., y Lorenzo, A. (2003). Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of white sea bream (*Diplodus sargus*). *Aquaculture*, 216(1), 299-313. doi: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00525-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00525-2)
- Civera-Cerecedo, R., Álvarez-González, C. A., y Moyano-López, F. J. (2004). Nutrición y alimentación de larvas de peces marinos. En A. Silva y G. Merino (Eds.), *Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola* (pp. 8-94). México: Universidad Autónoma de México.
- Chacón-Guzmán, J. (2010). *Efectos de la tecnología de cultivo del pargo manchado Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en jaulas flotantes en el Golfo de Nicoya, Costa Rica (Tesis de Maestría). Universidad Nacional, Costa Rica.
- Doi, M., Kohno, H., Taki, Y., Ohno, A., y Singhagraiwan, T. (1994). Morphological Development of Eggs, Larvae and Juveniles of the Red Snapper, *Lutjanus argentimaculatus* (Pisces: Lutjanidae). *Journal of Tokio University of Fisheries*, 8(2), 135-153.
- Dumas, S., Rosales-Velásquez, M., Contreras-Olguín, M., Hernández-Ceballos, D., Silverberg, N. (2004). Gonadal maturation in captivity and hormone-induced spawning of the Pacific red snapper *Lutjanus Perú*. *Aquaculture* 234, 615-623. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.11.022>
- Emata, A., Eullaran, B., y Bagarinao, T. (1994). Induced Spawning and Early Life Description of the Mangrove Red Snapper, *Lutjanus argentimaculatus*. *Aquaculture*, 121, 381-387. doi: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)90272-0](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)90272-0)
- Fernández-Palacios, H., Izquierdo, M. S., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M., y Vergara, J.M. (1995). Effect of n-3HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*, 132, 325-337. doi: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00345-0](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00345-0)
- Field, G. (1997). Golden Record! Australians Make Snapper Breakthrough. *Fish Farming International*, 24(7), 1-4.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., y Niem, V. H. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca*. Roma, Italia: FAO.
- Fyhn, H. J., y Govoni, J. J. (1995). Endogenous nutrient mobilization during egg and larval development in two marine fishes, Atlantic menhaden and spot. *ICES Mar*, 201, 64-69.
- González-Félix, M., Urquidez-Bejarano, P., Pérez-Velázquez, M., Castro-Longoria, R., y



- Vázquez-Boucard, C. (2017). Biochemical composition and fatty acid profile of gonads from wild and cultured shortfin corvina (*Cynoscion parvipinnis*) during the early maturation stage. *Arch Biol Sci.*, 69(3), 491-501. doi: <https://doi.org/10.2298/abs160831124g>
- Herrera-Ulloa, A., Chacón-Guzmán, J., Zúñiga-Calero, G., Fajardo-Espinoza, O., y Jiménez-Montealegre, R. (2009). Acuicultura de pargo la mancha *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en Costa Rica dentro de un enfoque sistémico. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras*, 1, 197-213. doi: <https://doi.org/10.15359/revmar.1.11>
- Herrera-Ulloa, A., Chacón-Guzmán, J., Zúñiga-Calero, G., y Jiménez-Montealegre, R., (2010). Spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*) aquaculture research and development as socio-economic alternative for Costa Rican fishing communities. *World Aquaculture Magazine*, 41, 20-21.
- Kjørsvik, E., Mangor-Jensen, A., y Holmefjord, I. (1990). Egg Quality in Fishes. *Advances in Marine Biology*, 26, 71-113. doi: [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60199-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60199-6)
- Lagos, V. (2000). *Incubación y cultivo de Lutjanus guttatus; pargo manchado (Pisces: Lutjanidae)*. (Tesis), p. 89. Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.
- Marte, C. L. (1989). Hormone-Induced spawning of cultured tropical finfishes. *Avances in Tropical Aquaculture, Tahiti, Acuacop Ifremer, Actes de Colloque*, 9, 519-539.
- Mejía-Narváez, L., Rodríguez-Araujo, C., López-Macías, M. (2009). Evaluation of human chorionic gonadotropin (HCG) to different dose in the artificial propagation of spotted snapper (*Lutjanus guttatus*, Steindachner 1869) in captivity. *Vet. zootec.* 3(2), 28-40. Recuperado de <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v3n2a03.pdf>
- Mourente, G., y Odriozola, J. M. (1990). Effect of broodstock diets on lipid classes and their fatty acid composition in eggs of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Fish Physiology and Biochemistry*, 8 (2), 93-101. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00004436>
- Murdoch, W. J., Hansen, T. R., y McPherson, L. A. (1993). A review-role of eicosanoids in vertebrate ovulation. *Prostaglandins*, 46, 85-115. doi: [https://doi.org/10.1016/0090-6980\(93\)90037-8](https://doi.org/10.1016/0090-6980(93)90037-8)
- Navas, J. M., Bruce, M., Thrush, M., Farndale B. M., Bromage, N., Zanuy, S., Carrillo, M., Bell, J. G., y Ramos J. (1997). The impact of seasonal alternation in the lipid composition of broodstock diets on egg quality in the European sea bass. *Journal of Fish Biology*, 51, 760-773. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1997.tb01997.x>
- Papanikos, N., Phelps, R., Williams, K., Ferry, A., Maus, D. (2003). Egg and larval quality of natural and induced spawns of red snapper, *Lutjanus campechanus*. *Fish Physiology and Biochemistry* 28, 487-488. Doi <https://doi.org/10.1023/B:FISH.0000030636.08228.4e>
- Parra, G., Rønnestad, I., y Yúfera, M. (1999). Energy metabolism in eggs and larvae of the Senegal sole. *Journal of Fish Biology*, 55, 205-214. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1999.tb01056.x>
- Pickova, J., Dutta, D., Larsson, P., y Kiessling, A. (1997). Early embryonic cleavage pattern, hatching success, and egg-lipid fatty acid composition: comparison between two cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54, 2410-2416. doi: <https://doi.org/10.1139/f97-148>
- Rodríguez, C., Acosta, C., Badía, P., Cejas, J., Santamaría, F., y Lorenzo, A. (2004). Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part*, 139 (4), 619-629. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2004.07.013>
- Rodríguez-Barreto, D., Jerez, S., Cejas, J., Martín, M., Acosta, N., Bolaños, A., y Lorenzo, A. (2012). Comparative study of lipid and fatty acid composition in different tissues of wild and cultured female broodstock of greater amberjack (*Seriola dumerili*). *Aquaculture*, 360-361, 1-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.07.013>
- Rojas, R. (1997). Fecundidad y épocas de reproducción del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 44, 477-487. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/30656>



- Rojas-Herrera, A., y Chiappa-Carrara, X. (2002). Feeding habits of the spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) in the coast of Guerrero, Mexico. *Ciencias Marinas*, 28(2), 133-147. doi: <https://doi.org/10.7773/cm.v28i2.219>
- Rojas, R., Maravilla, E., y Chicas, F. (2004). Hábitos alimentarios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Los Cóbano y puerto La Libertad, El Salvador. *Revista de Biología Tropical*, 52(1), 163-170. doi: <https://doi.org/10.15517/rbt.v52i1.14820>
- Sargent, J., Bell, J., Bell, M., Henderson, R., y Tocher, D. (1995). Requirement criteria for essential fatty acids. *J. Appl. Ichthyol*, 11, 183-198. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.1995.tb00018.x>
- Sargent, J. R., McEvoy, L., y Bell, J. G. (1997). Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. *Aquaculture*, 155(1), 117-127. doi: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00122-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00122-1)
- Sargent, J., Bell, G., McVoy, L., Tocher, D., y Estévez, A. (1999). Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. *Aquaculture*, 177(1-4), 191-199. doi: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00083-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00083-6)
- Silva, A. & Castelló, F. (2005). *Técnicas de producción de huevos y larvas de peces marinos*. En Ed. Alfonso Silva. *Cultivo de peces marinos*, (pp. 159-184). Coquimbo, Chile.: Universidad Católica del Norte.
- Steindachner, F. (1869). *Ichthyologische Notizen*. Berlin, Alemania: Sitzber. Akad. Wiss. Wien.
- Tamaru, C. (1996). Induced final maturation and spawning of the marbled groupers *Epinephelus microdon* captured from spawning aggregations in the Republic of Palau Micronesia. *Journal of the world Aquaculture Society*, 4(27), 363-372. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1996.tb00621.x>
- Terán, P.; Rosales, M.; Dumas, S.; Cortés, H. P. y Alcántar, J. P. (2004). Características reproductivas del huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*) en cautiverio. *Panorama Acuicola Magazine*, 3(20), 3-29.
- Tocher, D. (2010). Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater Fish. *Aquaculture Research*, 41, 717-732. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.02150.x>
- Vetter, R., Houdson, R., y Arnold, C. (1983). Energy metabolism in a rapidly developing marine fish eggs the red drum *Scienops ocellata*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40, 627-634. doi: <https://doi.org/10.1139/f83-082>
- Watanabe, T., Arakawa, T., Kitajuma, C., y Fujita, S. (1984). Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 50, 495-50. doi: <https://doi.org/10.2331/suisan.50.495>
- Watanabe, W., Ellis, E., Ellis, S., Chaves, J., Manfredi, C., Hagood, R., Sparsis, M., y Arneson, S. (1998). Artificial Propagation of Mutton snapper *Lutjanus analis*, a New Candidate Marine Fish Species for Aquaculture. *Journal of World Aquaculture*, 29 (2), 176-187. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1998.tb00977.x>
- Wilson, R. (2009). Dietary effects of n-3 highly unsaturated fatty acid levels on egg and quality, and the fatty acid composition of the eggs of Chilean flounder *Paralichthys adspersus* broodstock. *Aquaculture Research*, 40(12), 1400-1409. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02238.x>
- Zar, J. H. (1999). *Bioestatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall.



Comparación del perfil de ácidos grasos de las gónadas y huevos de *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) obtenidas de reproductores silvestres y de cautiverio (Jonathan Chacón-Guzmán, Milagro Carvajal-Oses, Pedro Toledo-Agüero, Héctor Flores-Gatica) in *Uniciencia* is protected by Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported (CC BY-NC-ND 3.0)